الجمهورية العربية السورية
وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي
مديرية الارشاد الزراعي
قسم الاعلام

الصقيع

التنبؤ بحدوثه ومقاومته

اعداد : المهندس علي عباس

المقدمة

الصقيع هو انخفاض درجـــة حرارة الهواء او التربة الى الصفر المئوي أو ادنى منه ويحـدث الصقيع الربيعي غالبا عندما يكون المتوسط اليومي لحرارة الهواء أعلى مـن الصفر المئـوي • تتضرر النبـاتات من الصقيع اذا كـانت حرارة الوسط المحيط بالنبات او اجزائه أخفض من عتبـــة المقاومـة الخاصة بالنبات وطور نموه •

يعتبر الصقيــع ظاهرة معقـدة وكانت الابحاث الهادفـــة لدراسته نتيجة تضافر جهود المتنبئين ـ الجويين والعاملين في المناخ وفيزيولوجيا النبات والارصاد الجوية الزراعية والمناخ الزراعي مما ادى الى دراسة الصقيع من النواحي الفيزيائية والفيزيولوجية وشروط حدوثه الجوية والجغرافية والطبوغرافية ـ والزمنية •

يتاثر الانتاج الزراعي في القطر العربي السوري سنويـــا بالصقيع بدرجــات متفاوتـــة ويؤدي الصقيع في بعض السنوات وخاصة في المناطق الداخلية والجبلية الى القضاء على المزروعات وخاصة الخضراوات والاشجار المثمرة او على ثمارها وتقدر الخسائر على مستوى القطر بعشرات الملايين من الليرات السورية•

يقاوم الصقيع بطرق مختلفة منها الطرق البيولوجية وتعتمد على زيادة مقاومة النبات للصقيع وتاخير تاريخ النمو والازهار وكذلك الطرق الفيزيائيـــة واهمها : التدفئة ، الري بالرذاذ ، التدخين ، السقاية السطحية ، التغطية ، المراوح وخلط الهواء ، الضباب الصناعي ، استعمال المحاليــل الرغويــة العازلة للحرارة

ومصدات الرياح • وهناك طرق للوقاية السلبية من الصقيع وهي عبارة عن تعليمات فنية من شأنها التقليل من اضرار الصقيع وأهمها اختيار الموقع وانتقاء الاصناف وبعض الاعمال الزراعية•

مهما كانت طريقة مقاومة الصقيع فلا بد من التنبؤالصحيح بالصقيع قبل حدوثه ليتمكن المزارع من اتخاذ اجراءات المقاومة كما يجب اختيار الطريقة المناسبة للمقاومة وذلك على ضوء اقيمة الاقتصادية للمحصول ووسائل المقاومة المتوفرة •

يقوم قسم البيئة والمناخ الزراعي في مديرية الاراضي منذ عام ١٩٨١ بتجارب الصقيع تهدف الى دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية لطرق مقاومة الصقيع وطرق التنبؤ بحدوثه وتحمـــــل المزروعات ـ لدرجات الصقيع المختلفة ، كما يقوم بتصميموتصنيع واختبار اجهزة مختلفة لمقاومة الصقيع •

نعرض في هذه النشرة أهم ما يستخدم في العالم لمعالجة مشكلة الصقيع وكذلك بعض نتائج ابحاث الصقيع المحلية التي تهمالاخوة المزارعين علها تحقق الفائدة المرجوة •

انواع الصقيع :

يصنف الصقيع حسب طبيعة تشكله وزمن حدوثه والاضرار التي يسببها للنبات كما يلي :

١ ـ الصقيع المتحرك :

يحدث الصقيع المتحرك عندما تتقدم كتلة هوائية باردة أو جبهة باردة الى منطقة ما فينخفض معدل الحرارة اليومي كما تقل السعة الحرارية اليومية وبسبب تجدد الهواء البارد باستمرار تصعب مقاومة الصقيع المتحرك ومن حسن الحظ أن هذا النوع من الصقيع يحدث غالبا في الشتاء عندما تكون الاشجار المثمرة في طور السكون، وتتحمل درجات حرارة منخفضة ، نظرا لتكرار الصقيع المتحرك شتاء يسمى أحيانا بالصقيع الشتوي ويسميه الفرنسيون بالصقيع الاسود لان الاعضاء الحديثة للنباتات تتلف عندما يصيبها وتتلون باللون الاسود ٠

٢ ـ الصقيع الاشعاعي :

يحدث الصقيع الاشعاعي في الليالي الصافية والهادئة ، فصفاء السماء ينتج عن قلة احتواء الجو على بخار الماء باشكاله وحجومه المختلفة وكذلك الغبار وهذا يساعد على زيادة اشعاع الارض ليلا فتنخفض حرارة سطح الارض والتربة والنباتات بسرعة ٠ واذا ما اقترنت هذه الظاهرة بسكون الرياح ازداد انخفاض حرارة سطح الارض وطبقة الهواء القريبة منه مكونة طبقة من الهواء البارد تستقر فوق الحقول ، وفي الحقول غير المستوية تزداد سماكة هذه الطبقة ويكون انخفاض الحرارة اكثر حدة خاصة في المناطق المنخفضة والاحواض المغلقة المحاطة بسفوح واسعة وذلك بسبب تحرك الهواء البارد الملامس للسفوح وتجمعه في المنخفضات بفعل كثافته العالية نسبيا ٠ في حالات الصقيع الاشعاعي تكون حرارة الهواء الملامس لسطح التربة أخفض من حرارة الهواء على ارتفاع مترين بحوالي ثلاث درجات مئوية وتظهر على النباتات بلورات جليدية بيضاء لذلك يسميه الفرنسيون بالصقيع الابيض وغالبا ما يحدث هذا النوع من الصقيع ربيعا لذلك يسمى بالصقيع الربيعي والصقيع الربيعي اشد خطرا من الشتوي بسبب حدوثه في فترة النمو ويترافق موعد حدوث الصقيع الربيعي مع طور الازهار للاشجار المثمرة أي بدءا من اوائل آذار في المناطق الساحلية والجنوبية الغربية الدافئة وفي آواخر آذار واوائل نيسان في السهول الوسطى

والشمالية بالنسبة للوزيات أما بالنسبة للتفاحيات فيتأخر حوالي اسبوعين عن التواريخ المذكورة ففي المناطق الجبلية المرتفعة يتأخر موعد حدوث الصقيع الربيعي للتفاحيات اذ تمتد الفترة الحرجة فيما بين ١٠ نيسان و ١٥ أيار في مناطق الزبداني وعين العرب الجنوبية وتتأخر في مناطق سرغايا ورنكوس اذ تمتد الفترة الحرجة للتفاحيات فيما بين ٢٥ نيسان و ٢٠ أيار ٠

٣ ـ الصقيع الاشعاعي المتحرك :

يحدث هذا النوع من الصقيع عند ورود الكتل الهوائية الباردة وفي اجزائها الجافة الخالية من الغيوم وغالبا ما يرافق هذا النوع المرتفعات الجوية وهو من أشد انواع الصقيع خطرا على المزروعات ٠

العوامل المساعدة على تشكل الصقيع :

يتعلق حدوث الصقيع وشدته بعوامل عدة أهمها :

١ ـ طبوغرافية الارض :

يتعلق حدوث الصقيع بالشكل الطبوغرافي للحقل وبموقعه بالنسبة للتضاريس فالقمم تكون عرضة للصقيع المتحرك الذي تكون نسبة تكراره هنا اكثر من الصقيع الاشعاعي اذ يحدث الاخير اكثر ما يحدث في الوديان والمنخفضات وذلك لان الهواء الذي يتبرد بتماس مع الارض والمزروعات يظل محصورا لا يتجدد ويضاف اليه الهواء البارد القادم من السفوح المجاورة والذي ينساب بعد تبرده بسبب زيادة كثافته وينحدر الى الوديان فيزيدمنحدة الصقيع الاشعاعي مما يجعل السعة الحرارية اليومية كبيرة في الوديان وتتعلق شدة الصقيعفيالمنخفضات والوديان بمساحة السفوح المقابلة والتي يرد منها الهواء البارد ٠

٢ ـ الارتفاع عن سطح البحر وسطح التربة :

تنقص درجة الحرارة بمعدل٦ر٠ درجة مئويةكلما ارتفعنا مئة مترعنسطحالبحر وهذه القيمة تساوي ٩٨ر٠ درجة مئوية في الهواء الجاف والهواء الرطب غير المشبع ، بينما في الهواء المشبع ـ ببخار الماء تساوي ٤ر٠ درجة مئوية ٠ وهنا يجب التفريق بين انخفاض الحرارة مع الارتفاع بشكل عام وبين تغير الحرارة في الطبقة الجوية الدنيا والتي تعيش ضمنها النباتات حيث تتغير الحرارة في الطبقة الجوية الدنيا ليلا

ونهارا وفق نظام معقد خاص اذ يلاحظ في ساعات الليـل المتأخرة وخاصة في ليالي الصقيع الاشعاعي أن الحرارة تزداد مع الارتفاع حتى بضعة عشرات الامتار ثم تعود فتنخفض ثانية مع الارتفاع ٠

٣ ـ الغيـــوم :

تزداد شدة الصقيع عندما تكون السماء صافية خالية من الغيوم والغيوم تحد من شدة الصقيع حسب كميتها ونوعها ، فالغيوم الكثيفة التي تغطي السماء تقلـل الى حد بعيد من خطر الصقيع اذ تعيد قسما من أشعـاع الارض اليها ثانيـة فتحفظ حرارة الارض وقليلا ما تؤثر الغيوم المرتفعة الرقيقة والمتفرقـة في الحـد من شدة الصقيع ٠

٤ ـ الرطوبـــة :

يؤثر بخار الماء الموجود في التربة والهواء في الحد من الانخفاض المفاجيء لدرجة حرارة الهواء أو التربة فعنـدما يتجمد بخار المـاء يطلق قـدرا من الحرارة تخفض من حدة الصقيع وأحيانا تحول دون حدوثه كما ان بخار الماء الموجود في الجو يحفظ حرارة الارض ليلا اذ يقلل من اشعاع الارض ويزداد هذا الاثر كلما زاد بخار الماء في الجو ٠

٥ ـ سرعة الريـــح :

تزيد الريح من عملية الخلط الميكانيكية للهواء بين الطبقات الباردة الملامسة للسطح أثناء حدوث الصقيع الاشعاعي وبـين الطبقات الادفأ التي تعلـوها وبالتالي تقلل الرياح من خطر الصقيع الاشعاعي ويحدث العكس في حالة الصقيع المتحرك اذ تزيد الرياح من أضرار الصقيع المتحرك ٠

٦ ـ حالة الارض الفيزيائية والغطاء النباتي :

ان فلاحـة الارض وعزقها تـؤدي الى زيادة المسامات في التربة مما يقلل مـن ناقليتها للحرارة من الطبقات العميقة الى الطبقات السطحية لذلك ينصح بعدم فلاحة الارض المعرضة للصقيـع الا بعـد زوال خطر وقوعه ٠ كمـا اثبتت التجارب التي أجريت في بريطانيا بأن طبقات الهواء فوق الارض المعشبيـة أكثر برودة من طبقات الهواء فوق الارض العارية لذلك ينصح بقص الاعشاب تحت الإشجار المثمرة ربيعا للتقليل من خطر وقوع الصقيع على مستوى البراعم ٠

٧ - الكتل الهوائية الباردة :

تؤدي الكتل الهوائية الباردة وكذلك الجبهات الباردة في المنخفضات الجوية الى انخفاض عام في درجة الحرارة مما يزيد من خطر وقوع الصقيع بأنواعه .

تاثير الصقيع على النباتات :

تختلف النباتات في تحملها لدرجات الحرارة حسب أنواعها وأصنافها وأطوار نموها وبالنسبة للاشجار المثمرة تتحمل البراعم الزهرية درجة حرارة - ٣ - مئوية وتتحمل الازهار حتى-٢-درجة والثمار الصغيرة تتحمل-١-درجة واخطر فترة لجميع أشجار الفاكهة هي فترة سقوط بتلات الازهار ويلاحظ ان اعضاء النبات الغضة الغنية بالماء أكثر تعرضا للصقيع من غيرها . كما أن اضرار الصقيع لاتتعلق بالحرارة الدنيا التي تصل اليها أعضاء النبات فحسب ولكن تتعلق أيضا باستمرارية الصقيع فمثلا يمكن لنبات ان يتحمل درجة حرارة - ٤ مئوية دون اي ضرر اذا كانت فترة التعرض قصيرة بينما درجة حرارة - ٣ مئوية تلحق به اضرار فادحة اذا كانت فترة التعرض اطول .

تتأثر النباتات بالصقيع في فترة النمو كما تتضرر من الصقيع الشتوي في طور السكون وأعضاء النبات المعرضة للصقيع الشتوي هي الجذور وعقده الطعم وأسفل الساق وتفرعاته والبراعم الخشبية والزهرية اذ يسبب الصقيع تخريب البراعم الخشبية والزهرية والانسجة النسغية وخاصة في الفروع الحديثة وتكون قاعدة الساق من الاجزاء الاكثر تضررا بسبب تجمع الهواء البارد بالقرب من سطح التربة وكذلك قمة الاغصان بسبب شدة ضياع الحرارة بالاشعاع ويظهر أثر الصقيع على النباتات خلال الاسابيع الاولى من فترة النمو .

فنلاحظ نقصا في عدد الازهار بسبب تخريب البراعم الزهرية وانعدام النمو في الفروع الحديثة الغنية بالماء ، كما أن البراعم والازهار والاوراق تجف بصورة مفاجئة اذا كانت الانسجة الحاملة للنسغ قد تخربت كثيرا ، يتضرر المشمش والجوز والكرمة بصورة خاصة من الصقيع الربيعي اذ تكون الانسجة مليئة بالماء فيتشكل الجليد بين الخلايا ويتكثف النسغ وهذا يسبب تخريبا ميكانيكيا للنسج الحية وأضرار الصقيع الربيعي تنتج بسبب تأثير الحرارة المنخفضة على البروتوبلازما مباشرة من جهةوتأثيره على نسبة الماء في الخلية من جهة ثانية ويسبب الصقيع تعفن البراعم وسقوط الازهار ، كما انه يعطي نموا مضطربا للثمار وأشكالا مشوهة لها ويخرب الاوراق ويجعلها مجعدة ومشققة على وجهها السفلي .

تتضرر الازهار بسبب الصقيع فيلاحظ بعد حدوثه تلون الاعضاء المذكرة باللون الاسود ، أما أعضاء التأنيث في الزهرة فيبدأ التلون باللون الاسود في رأس الابرة وينتهي في البويضة واذا وصل السواد الى حواجز البويضة قضى عليها نهائيا دون أن يظهر ذلك من الخارج ثم تزبل الثمرة الغضة وتموت ٠

غالبا ما تتحمل اللوزيات والتفاحيات الصقيع الشتوي وتتراوح عتبة مقاومتها بين ـ ٧ و ـ ٢٢ درجة مئوية وتتضرر الجذور والساق وتاج الشجرة عند درجة حرارة معينة تختلف باختلاف الانواع والاصناف وفي أواخر الشتاء وبداية الربيع تكون البراعم المنتفخة محمية بالحراشف السميكة والاشعار والمادة اللزجة التي توجد على الوجه الداخلي لهذه الحراشف فتساعد البراعم على تحمل درجات الحرارة المنخفضة اذ تتحمل من ـ ٦ درجات الى ـ ٨ درجات بالنسبة للتفاح والاجاص وتقل مقاومة الصقيع عند تفتح البراعم وظهور ألوانها ٠

تضرر الاشجار المثمرة من الصقيع :

الكرمة :

يصيب الصقيع الشتوي الكرمة اذا انخفضت درجة الحرارة الى ما دون ـ ٥م° فتموت الفروع الحديثة ويتلون داخلها باللون الاسود كما تصاب منطقة التحام الطعم بالاصل وهذه المنطقة أكثر تحسسا بالصقيع ٠ وأحيانا يموت القسم الهوائي بكامله وتبقى الجذور حية وتعود الشجرة الى النمو من جديد في الربيع لذلك تغطى الكرمة بالتراب شتاء في المناطق التي تتعرض فيها الكرمة لصقيع الشتاء وتستخدم هذه الطريقة في بلغاريا ورومانيا ويجب تقليم الكرمة المصابة بصقيع الشتاء وتترك الفروع السليمة والقوية ٠

تتضرر الكرمة في سورية من الصقيع الربيعي بشكل اساسي وعند اصابة براعم الكرمة بالصقيع تبدو وكأنها مشوية ثم تموت جزئيا وتتضرر براعم الكرمة حتى عندما تكون حرارة الهواء موجبة وقد قيست درجة حرارة براعم الكرمة فكانت تتراوح بين الصفر و ـ ٢ درجة في حين كانت حرارة الهواء مازالت موجبة + ٢ درجة و +٣ درجات ٠

يصيب الصقيع الخريفي العنب اذا هبطت درجة الحرارة الى ٥م° فاذا وقع الصقيع قبل نضوج العنب تهرمت الخلايا ويصبح العنب غير صالح لصناعة الخمور واذا حصل الصقيع بعد النضج فانه يساعد على قتل الخلايا التي هي في طريق الموت ويتبخر الماء ويحال العنب الى العصر مباشرة ٠

التفــاح :

نادراما يسبب الصقيع الشتوي اضرارا للتفاح اذ تتحمل شجرة التفاح درجات حرارة منخفضة تصل الى ــ ٢٥ْ مئوية بل انها في روسيا وكندا تتحمل درجات حرارة تصــل الى ــ ٤٥ درجـــة مئويـــة تحــت الصفر لمـدة قصـيرة دون ان تتضــرر ٠ أما في فترة النمو فان درجة حرارة ــ ٧ر١ ــ درجة مئوية في نهاية الازهار يمكن ان تسبب خسارة المحصول اذا استمرت أكثر من ساعة كما ان درجة حرارة ــ ٢ مئوية في الهواء كافية لاتلاف زهر التفاح بكامله ٠

المشمش :

يكون المشمش الاخضر الصغير غضا بعد جفاف وريقات الكأس ويكون في طور النمو هذا عرضة لخطر الصقيع اذا انخفضت درجة الحرارة الى ادنى من ــ ٥ر٠ درجة مئوية وتتحمل الازهار حتى ــ ٥ر١ درجة مئوية والبراعم الزهرية تتحمل ــ ٤ درجة مئـويـــــة ٠

الزيتــون :

يسبب الصقيع الشتوي موت أجزاء من شجرة الزيتون وخاصة الفروع الحديثة وتظهر اعراض التضرر من الصقيع الشتوي على الافرع ربيعا فتكون الافرع المتضررة متشققة وجافة ٠ أما الصقيع الربيعي فيسبب تثقب القشرة للفروع التي عمرها من سنتين الى خمس سنوات ، كما يسبب تثقب الاغصان الفتيـــة ويلحق اضرارا بالغة بأزهار الزيتون ، وتمتلك الزهرة اكثر اجزائها تضررا فاما ان يقضي عليها الصقيع أو يشوه نموها الطبيعي وفي حالات الصقيع الضعيف يلاحظ وجود الكثير من الثمار صغيرة الحجم ٠

والصقيع الخريفي المبكر يسبب تلون الثمار بلون التبغ كليا أو جزئيا ويسهل اصابتها بالامراض الفطرية في حال تضرر شجرة الزيتون بسبب الصقيع الشتوي يجب تقليمها وازالــة الفروع الميتــة ويستحسن اجراء التقليم في الربيع لتمييز الاجزاء السليمة من المصابة ٠

الــدراق :

قلما يحدث الصقيع الشتوي اضرارا للدراق الا عندما تنخفض درجة الحرارة الى ــ ١٨ درجة مئوية فما دون ٠ أما الصقيع الربيعي فانه يلحق اضرارا بالغـــة

بالبراعم اذا انخفضت درجة الحرارة الى ـ ٤ مئوية فما دون • اما الازهار فانهـا تتحمل حتى ـ ٣ مئوية والعقد الصغيرة تتحمل حتى ـ ١ درجة مئوية •

الحمضيـات :

اشجار الحمضيات حساسة للصقيع وقـد لوحظ ان اشجار البرتقال والليمون تفقد اوراقها عند اصابتها بالصقيع وتحتاج الى خمس سنوات لتعود الى حالتهـا الطبيعية واذا كان الصقيع ضعيفا فانه يصيب لب الثمرة اذ يتلون باللون الاسود دون ان يتغير مظهرها الخارجي •

٤ ـ مراقبة الصقيع والتنبؤ بحدوثه :

عند توقع حدوث الصقيع يجب مراقبة درجة الحرارة اثناء الليل على مستوى النباتات فبالنسبة للمشاتل والكرمة الزاحفة والخضراوات تراقب درجة حرارة الهواء بالقرب من سطح التربة أما بالنسبة للاشجار المثمرة فتراقب درجة حرارة الهواء على ارتفاع يساوي ارتفاع اخفض غصن ، عند مراقبة الصقيع يجب الانتبـاه الى ان قراءة الترمومتر الرطب في مقياس بسكر ومتر تكون أقرب الى حرارة اعضاء النبات وخاصة الغضة منها والاكثر تعرضا للصقيع •

يمكن مراقبة الصقيع باحدى الطرق التالية :

١ ـ طريقة الاناء :

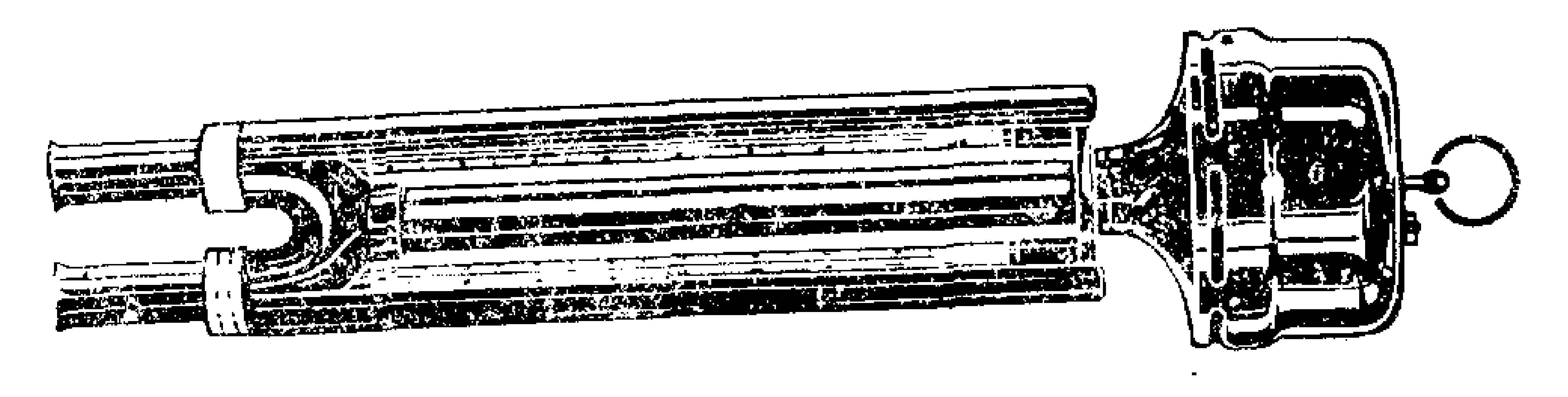
تستعمل هذه الطريقة في حال عدم توفر مقاييس حرارة حيث يستخدم انـاء من النحاس أو الالمنيوم ويوضع فيه ماء بسماكة بضعة مليمترات ثم يوضع على سطح التربة في الهواء الطلق بين الاشجار وعندما يبدأ الماء بالتجمد يستدل على حدوث الصقيع •

٢ ـ طريقة مراقبة مقاييس الحرارة :

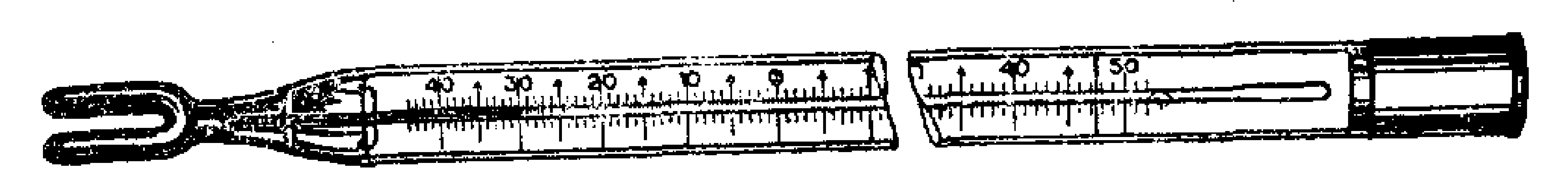
حيث توضع مقاييس الحرارة أو مقاييس البسكرمتر شكل (١) بين الاشجـار وعلى ارتفاع يعادل اخفض الاغصان وتراقب درجة حرارتها وتغيراتها اثناء الليل ، كما يمكن استخدام مقاييس الحرارة الصغرى شكل (٢) لمعرفة اخفض درجة حرارة للهواء أو التربة في الليلة السابقة •

٣ ـ الاجهزة المنذرة بالصقيع :

توجد من هذه الاجهزة نماذج مختلفة منهـا المزود بجرس حيـث تغلق دارة الجرس قبل حدوث الصقيع ومنها جهاز الانذار الاشعاعي ويتالف من لوح معدني بسيط محاط بسطل اسطواني الشكل مغلق من الاسفل ومفتوح مـن الاعلى ومزود بترموستات ينذر بحدوث الصقيع قبل ساعة واحدة من بلوغ درجة الحرارة الجافة الصفر المئوي .



شكل (١) مقياس البسكرومتر



شكل (٢) مقياس الحرارة الصغرى

التنبؤ بالصقيع :

ان التنبؤ الصحيح بالصقيع من ضرورات عملية مكافحـة الصقيع الناجحـة والاقتصادية فالتنبؤ يعطى قبل ساعات من حدوث الصقيع حتى يتم تحضير الاجهزة والمحروقات والايدي العاملة اللازمة لعملية المكافحة كما يعطى معلـومات عـن شدة الصقيع والتي تفيد في تحديد الطرق التي يجب اتباعها في المقاومة وتكثيف أو تقليل اجراءات الحماية من الصقيع وفي اجزاء الحقل المختلفة ولانواع المزروعات وذلـك حسب شدة الصقيع المتوقعة اذ يؤدي التنبؤ الصحيح والـدقيق بالصقيـع الى توفـير الكثير من الجهد والامكانات المادية .

التنبؤ العام بالصقيع :

تذيعه مراكز التنبؤ بالطقس ويعطي فكرة عامة عن موجات الصقيع للمساحات الجغرافية الكبيرةوالبلدان وتقل دقته في البلدان المتنوعة التضاريس وحسب خصائص المناخ المحلي .

خطوات التنبؤ المحلي بالصقيع

١ ـ في الساعة ١٢٫٣٠ توقيت محلي تؤخذ قراءة الترمومتر الرطب t_1 كما تؤخذ قراءة الترمومتر الجاف t .

٢ ـ تستخرج قيمة الرطوبة النسبية من الجدول (١) ٠

٣ ـ تستخرج قيمة العامل c من الجدول رقم (٢)

٤ ـ تحسب قيمة الحرارة الدنيا للهواء صباح اليوم التالي باستخدام المعادلة التالية :

مثـال :

الحرارة الدنيا للهواء

$M_{\text{هواء}} = T_1 - (T-T_1)\,C \longrightarrow 4,7 - (5,9-4,7)\;3,2 = +\,0,9$

الحرارة الدنيا للتربية

$M_{\text{تربة}} = T_1 - (T-T_1)\,2\,C \longrightarrow 4,7 - (5,9-4,7)\;2 \times 3,2 = -\,3,0$

٥ـ في الساعة الثامنة والنصف مساء تؤخذ كمية الغيوم ويحسب التصحيح حسب كمية الغيوم من الجدول رقم (٣) ٠

٦ ـ يحسب التصحيح حسب الرياح ليلا باستخدام الجدول رقم (٤) ـ تؤخذ سرعة الرياح من ـ معلومات التنبؤ ٠

٧ ـ يحسب التصحيح حسب التضاريس من الجدول رقم (٥) ٠

٨ ـ يضرب التصحيح حسب التضاريس بالعامل المستخرج من الجدول رقم (٦) ٠

٩ ـ يحسب دور تغيير الحالة الجوية من الخرائط التنبؤية وخاصة Advection

١٠ تقارن درجة الحرارة الدنيا مع عتبة المقاومة لنوع النبات ولطور نموه من الجداول (٧ر٨) فاذا كانت الحرارة المتوقعة أدنى أو تساوي عتبة المقاومة يتوقع حدوث الصقيع ٠٠

جدول (١)

رطوبة الهواء النسبية

الفرق بين قراءة الترمومتر الجاف والرطب

Δt / t,o الرطب	٠,٠	٠,٥	١,٠	١,٥	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥	٤,٠	٤,٥	٥,٠	٥,٥	٦,٠	٦,٥	٧,٠	٧,٥	٨,٠	٨,٥	٩,٠	٩,٥	١٠,٠	١٠,٥	١١,٠
-٢,٠	١٠٠	٩٠	٨٠	٧٢	٦٣	٥٦	٤٨	٤١	٣٥	٢٩	٢٤	١٩	١٣										
-١,٥	١٠٠	٩٠	٨٠	٧٢	٦٤	٥٧	٤٩	٤٢	٣٦	٣٠	٢٥	٢٠	١٣										
-١,٠	١٠٠	٩٠	٨١	٧٣	٦٥	٥٨	٥٧	٤٤	٣٦	٣٣	٢٧	٢٢	١٨										
-٠,٥	١٠٠	٩١	٨١	٧٤	٦٥	٥٩	٥٢	٤٥	٣٩	٣٤	٢٨	٢٣	١٩										
٠,٠	١٠٠	٩٠	٨١	٧٢	٦٤	٥٧	٥٠	٤٣	٣٦	٣١	٢٥	٢٠	١٥										
٠,٥	١٠٠	٩٠	٨١	٧٢	٦٥	٥٨	٥١	٤٤	٣٨	٣٢	٢٦	٢١	١٦										
١,٠	١٠٠	٩١	٨٢	٧٣	٦٦	٥٩	٥٢	٤٥	٣٩	٣٣	٢٨	٢٢	١٨										
١,٥	١٠٠	٩١	٨٢	٧٤	٦٦	٦٠	٥٢	٤٦	٤٠	٣٥	٢٩	٢٤	٢٠										
٢,٠	١٠٠	٩١	٨٢	٧٥	٦٧	٦٠	٥٤	٤٨	٤٢	٣٦	٣١	٢٦	٢٢	١٧	١٢	٩	٦						
٢,٥	١٠٠	٩١	٨٢	٧٥	٦٨	٦١	٥٥	٤٩	٤٢	٣٧	٣٢	٢٧	٢٢	١٨	١٤	١١	٧						
٣,٠	١٠٠	٩١	٨٢	٧٦	٦٩	٦٢	٥٦	٥٠	٤٤	٣٩	٣٤	٢٩	٢٥	٢٠	١٦	١٢	٩	٦					
٣,٥	١٠٠	٩٢	٨٤	٧٦	٦٩	٦٢	٥٦	٥١	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٦	٢١	١٧	١٤	١٠	٧					
٤,٠	١٠٠	٩٢	٨٤	٧٧	٧٠	٦٤	٥٧	٥٢	٤٦	٤١	٣٦	٣٢	٢٨	٢٣	١٩	١٥	١٢	٩					
٤,٥	١٠٠	٩٢	٨٤	٧٧	٧٠	٦٤	٥٨	٥٣	٤٧	٤٢	٣٧	٣٣	٢٩	٢٤	٢٠	١٧	١٣	١٠					
٥,٠	١٠٠	٩٢	٨٥	٧٨	٧١	٦٥	٥٩	٥٤	٤٨	٤٢	٣٩	٣٤	٣٠	٢٦	٢٢	١٩	١٥	١٢	٩				
٥,٥	١٠٠	٩٢	٨٥	٧٨	٧١	٦٦	٦٠	٥٤	٤٩	٤٤	٤٠	٣٥	٣١	٢٧	٢٣	٢٠	١٦	١٣	١٠				
٦,٠	١٠٠	٩٢	٨٥	٧٩	٧٢	٦٦	٦١	٥٥	٥٠	٤٥	٤١	٣٧	٣٣	٢٨	٢٥	٢١	١٨	١٥	١٢	١٠	٧		
٦,٥	١٠٠	٩٣	٨٦	٧٩	٧٣	٦٧	٦١	٥٦	٥١	٤٦	٤٢	٣٧	٣٤	٢٩	[illegible]	٢٣	٢٠	١٦	١٣	١١	٨		
٧,٠	١٠٠	٩٣	٨٦	٧٩	٧٣	٦٨	٦٣	٥٧	٥٢	٤٧	٤٢	٣٩	٣٥	٣١	٢٨	٢٤	٢١	١٨	١٥	١٣	١٠		
٧,٥	١٠٠	٩٣	٨٦	٨٠	٧٤	٦٨	٦٣	٥٧	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٢	٢٩	٢٥	٢٢	١٩	١٦	١٤	١٢		
٨,٠	١٠٠	٩٣	٨٦	٨٠	٧٤	٦٩	٦٣	٥٨	٥٤	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٣	٣٠	٢٧	٢٤	٢١	١٨	١٦	١٣	١١	
٨,٥	١٠٠	٩٣	٨٦	٨١	٧٥	٦٩	٦٤	٥٩	٥٤	٥٠	٤٦	٤٢	٣٨	٣٤	٣١	٢٨	٢٥	٢٢	١٩	١٧	١٤		
٩,٠	١٠٠	٩٤	٨٧	٨١	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥١	٤٧	٤٣	٣٩	٣٦	٣٣	٢٩	٢٦	٢٣	٢٠	١٨	١٥		
٩,٥	١٠٠	٩٤	٨٧	٨١	٧٦	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٣	٣٠	٢٧	٢٤	٢١	١٩	١٦		
١٠,٠	١٠٠	٩٤	٨٧	٨٢	٧٦	٧١	٦٦	٦١	٥٧	٥٢	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٤	٣١	٢٨	٢٥	٢٢	٢٠	١٨		
١٠,٥	١٠٠	٩٤	٨٨	٨٢	٧٧	٧٢	٦٦	٦١	٥٨	٥٣	٤٩	٤٥	٤٢	٣٨	٣٥	٣٢	٢٩	٢٦	٢٤	٢١	١٩		
١١,٠	١٠٠	٩٤	٨٨	٨٣	٧٧	٧٢	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٣	٤٠	٣٦	٣٣	٣٠	٢٨	٢٥	٢٣	٢٠		
١١,٥	١٠٠	٩٤	٨٨	٨٣	٧٨	٧٣	٦٧	٦٣	٥٨	٥٤	٥١	٤٧	٤٤	٤١	٣٧	٣٤	٣١	٢٩	٢٦	٢٤	٢٢		
١٢,٠	١٠٠	٩٤	٨٨	٨٣	٧٨	٧٣	٦٨	٦٤	٥٩	٥٥	٥٢	٤٨	٤٥	٤١	٣٨	٣٥	٣٢	٣٠	٢٧	٢٥	٢٣		
١٢,٥	١٠٠	٩٤	٨٨	٨٣	٧٩	٧٣	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٥	٤٢	٣٩	٣٦	٣٣	٣١	٢٨	٢٦	٢٤		
١٣,٠	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٩	٦٤	٦٠	٥٧	٥٣	٤٩	٤٦	٤٣	٤٠	٣٧	٣٤	٣٢	٢٩	٢٧	٢٥		
١٣,٥	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٧٠	٦٥	٦١	٥٧	٥٣	٥٠	٤٦	٤٤	٤١	٣٨	٣٥	٣٢	٣٠	٢٨	٢٦		

جدول رقم (٢) قيمة العامل C

الرطوبة النسبية	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠
العامل	٠,٣	٠,٤	٠,٥	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١,٠	١,٢	١,٣	١,٥	١,٨	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥	٤,٠	٤,٥	٥,٠

جدول رقم (٣) تصحيح كمية الغيوم

كمية الغيوم	٠/٨	١/٨	٢/٨	٣/٨	٤/٨	٥/٨	٦/٨	٧/٨	٨/٨
التصحيح درجة مئوية	-٣	-٢,٢	-١,٥	-٠,٧	٠,٠	+٠,٧	+١,٥	+٢,٣	+٣

جدول رقم (٤) تصحيح التبخر بالصفيح حسب سرعة الريح ليلا

كمية الغيوم / سرعة الريح م/ثا	٠/٨	١/٨	٢/٨	٣/٨	٤/٨	٥/٨	٦/٨	٧/٨	٨/٨
٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠
٢	٠,٥	٠,٤	٠,٤	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٢	٠,١	٠,١
٤	١,٣	١,٢	١,٠	٠,٩	٠,٨	٠,٧	٠,٥	٠,٤	٠,٣
٦	١,٦	١,٤	١,٣	١,١	١,٠	٠,٨	٠,٦	٠,٥	٠,٣
٨	٢,٢	٢,١	١,٨	١,٦	١,٤	١,١	٠,٩	٠,٧	٠,٥
١٠	٣,٠	٢,٧	٢,٤	٢,١	١,٨	١,٥	١,٢	٠,٩	٠,٦
١٢	٤,٠	٣,٦	٣,٢	٢,٨	٢,٤	٢,٠	١,٦	١,٢	٠,٦

تاثير ظروف المكان على شدة الصقيع في الليالي الهادئة الصافية بالمقارنة مع المناطق المستوية من الحقل او المتوسطة الارتفاع

جدول رقم (٥)

نوع التضاريس	الهواء البارد		التغير	
	دخول	خروج	الحرارة الدنيا ليلا بالدرجات خريفا وربيعا	طول الفترة بدون صقيع (يوم)
القمم والاجزاء العليا لهضبة ميلانها ١٠ درجات و h △ اكثر من ٥٠ متراً .	لايوجد	جيد	من ٣ الى ٥	من ١٥ الى ٢٥
القمم والاجزاء العليا لهضبة ميلانها اقل من ١٠ درجات و h △ اقل من ٥٠ متر .	لايوجد	يوجد	من ٣ الى ١	من ١٥ الى ٥
سهول او قمم مستوية اكبر من اكم٢ او وديان مستوية او مفتوحة .	لايوجد	لايوجد	∴	∴
وسط منحدرات الهضاب الميلان اقل من ١٠ h △ اقل من ٥٠ متراً	يوجد	يوجد	∴	∴
القيعان واسفل المنحدرات والوديان الضيقة الطويلة .	يوجد	جيد	من ٥ الى ٣	من ٢٥ الى ١٥
القيعان واسفل المنحدرات عندما تكون المرتفعات المحيطة قليلة الارتفاع .	يوجد	يوجد	من ٣ الى ١	من ١٥ الى ٥
وديان الانهار الكبيرة .	يوجد	يوجد	من ٤ الى ٢	من ٢٠ الى ١٠

∴	∴	يوجد	يوجد	الاحواض الكبيرة و الانهدامات محاطة بجبال عالية .
من ـ ١٥ الى ـ ١٠	من ـ ٣ الى ـ ٢	بسيط	يوجد	الاحواض الكبيرة و الانهدامات محاطة بمرتفعات صغيرة ومائلة قليلا .
من ـ ٢٥ الى ـ ١٥	من ـ ٥ الى ـ ٣	تقريبا لايوجد	يوجد	الوديان المغلقة والقيعان .
من ـ ٣٠ الى ـ ٢٥ واكثر	من ـ ٦ الى ـ ٤ واكثر	لايوجد	يوجد	الاحواض الصغيرة نسبيا والمغلقة .
من ـ ٢٥ الى ـ ١٥	من ـ ٥ الى ـ ٣	ضعيف	يوجد	اسفل المنحدرات والوديان العريضة قليلة الانحدار .
من ـ ٣٠ الى ـ ٢٥ واكثر	من ـ ٦ الى ـ ٤ واكثر	لايوجد تقريبا	يوجد	الوديان العريضة المستوية والمغلقة .
من ـ ٣٠ الى ـ ١٥	من ـ ٦ الى ـ ٣	لايوجد	لايوجد	منخفضات رطبة .

جدول (٦)

(عامل تصحيح التضاريس)

٨/٨	٧/٨	٦/٨	٥/٨	٤/٨	٣/٨	٢/٨	١/٨	∴/٨	الغيوم / سرعة الريح/ثا
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٦	٠ر٧	٠ر٨	٠ر٩	١	∴
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٦	٠ر٧	٠ر٨	٠ر٩	٠ر٩	٢
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٦	٠ر٧	٠ر٨	٠ر٨	٠ر٨	٤
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٧	٠ر٧	٠ر٧	٠ر٧	٠ر٧	٦
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٦	٠ر٦	٠ر٦	٠ر٦	٠ر٦	٨
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	٠ر٥	١٠
٠ر٢	٠ر٣	٠ر٤	٠ر٤	٠ر٤	٠ر٤	٠ر٤	٠ر٤	٠ر٤	١٢
٠ر١	٠ر٢	٠ر٢	٠ر٣	٠ر٣	٠ر٣	٠ر٣	٠ر٣	٠ر٣	١٤

جدول (٧)

عتبة المقاومة (درجة مئوية)

الصنف	البراعم	الازهار التام	الثمار الصغيرة
الكرمة	— ١ر١	— ٠ر٦	— ٠ر٦
التفاح	— ٤	— ٢	— ٢
الفستق الحلبي	— ٤	— ٢	— ١
الاجاص	— ٤	— ٢	— ١
الكرز	— ٤ر٥	— ٢	— ١
الدراق	— ٤	— ٣	— ١
المشمش	— ٤	— ١ر٥	— ٠ر٥
اللوز	— ٣	— ٣	— ١
الجوز	— ١	— ١	— ١

جدول رقم (٨) قيم الحرارة الحدية لبعض النباتات

نوع النبات	بدء تضرر النباتات وموتها الجزئي			موت معظم النباتات		
	ظهور البادرة	الإزهار	تكون السنابل والنضج النبي	ظهور البادرة	الإزهار	تكون السنابل والنضج النبي
القمح الربيعي	ـ٩، ـ١٠	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٤	ـ١٠، ـ١٢	ـ٢	ـ٤
شوفان	ـ٨، ـ٩	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٤	ـ٩، ـ١١	ـ٢	ـ٤
شعير	ـ٧، ـ٨	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٤	ـ٨، ـ١٠	ـ٢،	ـ٤
عدس	ـ٧، ـ٨	ـ٢، ـ٣	ـ٢و ـ٤	ـ٩، ـ١٠	ـ٣	ـ٤
حمص	ـ٧، ـ٨	ـ٣	ـ٣، ـ٤	ـ٨، ـ١٠	ـ٣، ـ٤	ـ٤
الفول	ـ٥، ـ٦	ـ٢، ـ٣	ـ٢، ـ٣	ـ٦	ـ٣	ـ٣، ـ٤
عباد الشمس	ـ٥، ـ٦	ـ٣	ـ٢، ـ٣	ـ٧، ـ٨	ـ٣	ـ٣
الكتان	ـ٥، ـ٧	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٤	ـ٧	ـ٢	ـ٤
القنب	ـ٥، ـ٧	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٤	ـ٧	ـ٢	ـ٤
الشوندر السكري	ـ٦، ـ٧	ـ٢، ـ٣	؟	ـ٨	ـ٣	؟
الجزر	ـ٦، ـ٧	؟	؟	ـ٨	؟	؟
اللفت	ـ٦، ـ٧	؟	؟	ـ٨	؟	؟
السلق	ـ٦، ـ٧	؟	؟	ـ٨	؟	؟
اللوبياء	ـ٤، ـ٥	ـ٢، ـ٣	؟	ـ٦	ـ٣	؟
فول الصويا	ـ٣، ـ٤	ـ٢، ـ٣	؟	ـ٦	ـ٣	؟
الذرة	ـ٢، ـ٣	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٣	ـ٣	ـ٢	ـ٣
الدخن	ـ٢، ـ٣	ـ١، ـ٢	ـ٢، ـ٣	ـ٣	ـ٢	ـ٣
البطاطا	ـ٢	ـ٢	ـ١، ـ٣	ـ٢، ـ٣	ـ٢، ـ٣	ـ٣
التبغ	ـ٢، ـ٣	؟	ـ٢، ـ٣	ـ٣	؟	ـ٣
الحنطة السوداء	ـ١، ـ٢	ـ١	ـ١،٥، ـ٢	ـ٢	ـ١	ـ٢
الفاصولياء	ـ١، ـ٥ر١	ـ٥ر٠، ـ١	ـ٢	ـ١، ـ٥	ـ١	ـ٢
القطن	ـ٥ر٠، ـ١	ـ٥ر٠، ـ١	ـ١	ـ١	ـ١	ـ١، ـ٢
البطيخ	ـ١،٥ر٠	ـ٥ر٠، ـ١	ـ٥ر٠، ـ١	ـ١	ـ١	ـ١
الرز	ـ٥ر٠، ـ١	ـ٥ر٠	؟	ـ١	ـ٥ر٠	؟
السمسم	ـ٥ر٠	؟	؟	ـ١	؟	؟
الفول السوداني	ـ١، ـ٥ر٠	؟	؟	ـ١	؟	؟

طرق الوقاية من الصقيع ومقاومته :

طرق الوقاية السلبية :

وهي عبارة عن اجراءات وقائية تساعد في الوقاية من الصقيع كما تحد من شدته ومنها :

ـ اختيار الموقع حيث تؤثر شروط المكان المحلية والموقع بالنسبة للتضاريس في المنطقة وشكل الحقل الطبوغرافي على تغير شدة الصقيع وطبيعة حدوثه ٠

ـ انتقاء الاصناف حيث تختار انواع الاشجار والاصناف متأخرة الازهار والاقل تضررا بالصقيع في الاماكن الاكثر عرضة للصقيع ٠

ـ الاعمال الزراعية حيث تتخذ الاجراءات التي تسهل تصريف الهواء البارد كما يوصى بقص الاعشاب تحت الاشجار المثمرة وتسوية الارض ودحلها بعد الحراثة لتسهيل انتقال الحرارة من طبقات التربة العميقة وتقليم الاشجار بحيث يبتعد تاج الشجرة عن سطح الارض قدر الامكان وتوجه صفوف الاشجار حسب التضاريس بحيث تساعد على تصريف الهواء البارد ٠

طرق الوقاية الايجابية :

وهذه الطرق يلجأ اليها لمنع حدوث الصقيع أو للتقليل من أضراره شريطة أن يترك مجال للربح الكافي ـ أي أن تكون الجدوى الاقتصادية لعملية مقاومة الصقيع ايجابية ـ هذا وان مختلف طرق الوقاية الايجابية تسعى لحفظ حرارة النبات فوق عتبة مقاومته وتحقق هذه الطرق هدفها أما الحفاظ على حرارة الطبقة الجوية الدنيا عن طريق تقليل فقد الحرارة بالاشعاع أو باعطاء قدرة حرارية اضافية لهذه الطبقة وتقسم طرق الوقاية الايجابية الى :

آ ـ الطرق البيولوجية ٠

ب ـ الطرق الفيزيائية ٠

آ ـ الطرق البيولوجية ومنها ٠

ـ زيادة مقاومة الاشجار وذلك بتحسين شروطها الغذائية والمائية ٠

ـ تأخير النمو والازهار ويتم ذلك باختيار أصول ذات نمو متأخر أو استعمال محاليل ذات أساس هرموني وتعالج الازهار المتضررة باحداث نمو للثمار بدون تلقيح مباشر للبويضة باستعمال بعض المركبات مثل حمض الفانفتالين الحامضي ويستعمل حمض جيبراليك للاجاص وسيكوكوك لتأخير أزهــار الاجــاص وكذلك Pg آلار للكرز والتفاح ٠

ب ـ الطرق الفيزيائية :

وتشمل الري بالرذاذ أو الري السطحي ، المراوح وخلط الهواء ، الضبــاب الصناعي والتدخين ، التغطية ، التدفئة ٠

الري بالرذاذ والري السطحي :

يقاوم الصقيع برش الماء فوق الاشجار أو تحتها وفاعلية الرش فوق الاشجار اكثر من فاعليـــة الرش تحتهـــا ، وهنـــاك محـــاذيـر للرش فوق الاشجـــار منها تراكم الجليد على الاغصان في حالات الصقيع الشديد وكـذلك المساعـدة على انتشار الامراض والحشرات بسبب زيادة الرطوبة ويبين الجدول التالي فاعلية الرش فوق الاشجـار ٠

معدل زيادة درجة الحرارة	زمن دورة آلة الرش بالدقيقـة	معدل الرش مم / ساعة
٥ر٤	٣٠ ـ ١	٥ر١ ـ ٠ر١
٥ر٥	٣٠ ـ ١	٠ر٢ ـ ٥ر١
٢ر٥	٢	٥ر٢ ـ ٠ر٢
٩ر٥	٢	٠ر٣ ـ ٥ر٢
٠ر٦	١	٥ر٣ ـ ٠ر٣

يبدأ الرش فوق الاشجــار في فترة انخفاض درجـــة حرارة الهواء الى الصفر المئوي واقترابها من الحرارة الحدية للنبات ٠

كما يستخدم الري بالرذاذ لاطالة فترة السكون وذلك في الايام التي يزيد معدل الحرارة فيها عن الصفر البيولوجي في بداية الربيع ظهرا حيث تؤخر هذه العملية الازهار من اسبوع الى اربعة اسابيع ويستعمل الري بالرذاذ تحت الاشجار بشكل واسع في امريكا بسبب عدم تسببه في أنتشار الامراض وتكون الجليد على الاغصان ، كما يستعمل الري السطحي وخاصة للكرمة الزاحفة والخضراوات ٠

المراوح وطريقة خلط الهواء :

وتتم بخلط الهواء البارد القريب من سطح الارض مع الهواء الادفأ المتوضـع في الطبقات الاعلى في ليالي الصقيع الاشعاعي • حيث تستعمـل طائرات الهيلوكبتر أو مراوح قطر شفراتها (٢ر٥ ــ ٤ متر) وتـدور من (٩٠٠ ــ ١٣٠٠) دورة في الساعـة •

حيث توضع المراوح على برج ارتفاعه عشرة أمتار وتجري دورة كاملة حول محور البرج كل ساعتين ودقيقتين ويمكن أن يكون المحرك كهربائي أو بالوقود السائل والاستطاعة اللازمة خلال ساعة تتراوح بين ٢٠ــ٣٠HP وتغطي المروحة الواحدة من ٢ ــ ٤ هكتار ومحورها مائل باتجاه الارض بزاوية ١٠ ــ ٢٠ درجة وهناك شروط مثلى لاستخدام المراوح تتلخص بالتالي :

- المساحة المحمية كبيرة
- سقف الانقلاب الحراري من ١٢ ــ ١٥ مترا
- الحقل مستوي
- نصف الفرق بين الحرارة على ارتفاع ١٥ متر وارتفاع خمسة أمتار بين ١ ــ ٣ درجة مئوية
- الصقيع من النوع الاشعاعي
- يجب تشغيل المراوح قبل نصف ساعة من حدوث الصقيع •

التغطيــة :

وتتم بتغطية النبات بالزجاج أو المواد البلاستيكية أو بالقش أو القمــاش أو التراب اذ تحد التغطية من فقد الحرارة بالاشعاع أو عن طريق تيارات الحمل وتعمل على هذا المبدأ البيوت الزجاجية والبلاستيكية ٠

طريقة التدفئـــة :

وتتم بحرق الوقود السائل أو الصلب أو أية مواد أخرى قابلة للاشتعال وأجهزة التدفئة صغيرة الحجم أفضل من كبيرة الحجم وترفع هذه الوسائل حرارة الهواء مــن درجتين الى ثلاث درجات ٠

استخدام النفايات :

حيث تستخدم النفايات الرطبة ومن مساوىء هذه الطريقة صعوبة اشعـــال الاكوام وعدم امكانية التحكم في شدة الاحتراق وتلوث البيئــة والتربة بالمواد غــير القابلة للاحتراق ٠

ويبين الجدول التالي الحرارة الناتجــة عن احتراق أنواع مختلفة من الوقود مقدرة بالكيلو حريرة ٠

المادة	كمية الحرارة الناتجة عن احتراق كيلو غرام واحد من المادة		
	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المعـدل
روث الحيوانات	٥٠٠	٢٠٠٠	١٢٥٠
الاخشاب	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٢٥٠٠
النفط	٥٠٠٠	—	١٠٠٠٠
الفحم	٧٠٠٠	٧٨٠٠	٧٤٠٠
طوب فحم	٢٥٠٠	٨٠٠٠	٧٥٠٠
ديـــال	—	٣٥٠٠	٣٠٠٠
بقايا بترول	—	—	١٠٥٠٠

اجهزة التدفئة التي تستخدم الوقود السائل :

تصنع الاجهزة عادة من وعاء معدني يتسع لـ ١٠ ــ ٢٠ لترا وهي امـا أن تكون بسيطة أو ذات مدخنة مع منظم للهب والوقود ويفضل النوع الثاني ٠

دلت التجارب بأن تسخين الهواء بأجهزة التدفئة المختلفة ترفع حرارة الهواء حوالي ثلاث درجات مئوية اذا كان عدد الاجهزة يتراوح بين ١٠٠ ــ ٢٥٠ جهازا في الهكتار الواحد موزعة في البستان وذلك حسب تضاريس الحقل وشدة الصقيع ونوع المحصول ويمكن الحصول على ارتفاع /٥/ درجات اذا زيد عدد الاجهزة الى ٤٠٠ ــ ٥٠٠ جهازا ويختلف استهلاك الجهاز للوقود باختلاف نوعه الا انه يقدر من ٢٠٠ ــ ٦٠٠ كغ للهكتار في الساعة الواحدة وذلك باختلاف شدة الصقيع وطبيعة الحقل ومردود الجهاز ٠

وتشغل اجهزة التدفئة قبل بلوغ حرارة الهواء على متوسط ارتفاع الجزء المتضرر من النبات درجة مئوية واحدة أعلى من الحرارة الحدية ٠

يبين الشكل (٣) سطل التدفئة البسيط ويتكون من وعاء من الحديد المزيت سماكة ٦ر٠ مم وغطائين يرفع العلوي منهما اثناء الاشعال ويستعمل للاطفاء ولحماية محتويات السطل من المطر في حالة عدم الاستعمال ٠ يستعمل المازوت أو الزيت المحروق أو الفيول أو خليط من هذه المواد ثم تضاف كمية من نشارة الخشب أو التبن الى محتويات السطل لتسهيل الاشعال وتنظيم الاحتراق وينصح باستعمال خليط مكون من المازوت والزيت المحروق بنسبة ١/٣ أو الزيت المحروق والفيول بنسبة ١/٢ ٠

وهنا النموذجا لاجهزة مقاومة الصقيع المزودة بمنظم لكمية الوقود وقد صمم الجهاز ونفذه واختبره قسم البيئة والمناخ في مديرية الاراضي ويتألف الجهاز من :

١ ــ أنبوب معدني ٣/٨ انش بطول متر واحد مزود بصنبور في احدى

نهايتيه للتحكم بكمية الوقود ونهايتـه الاخرى مثنيـة على شكل حرف و ومزودة بثلاثة ثقوب من الاعلى بقطر ٥ر٠ مم يخرج منها المازوت بشكل بخار ٠

٢ ـ حامل من الحديد على شكل منصب ثلاثي بارتفـاع ٣٠ سم ومزود بقطعة من الصفيح مثلثة الشكل مثنية من الجوانب تثبت تحت نهاية الانبوب المثقبة وتستعمل لتحمية الجهاز عند الاشعال ٠

٣ ـ سطل من الصفيح يحتوي على الماء يوضـع فوق اللهب ويرتكز علـى حلقة معدنية في نهاية الحامل ٠

تغذى كل ثلاثة أجهزة من صفيحة تحتوي على المازوت سعة ١٨ ليترا تثبت في جذع احدى الاشجار وينقل المازوت الى الاجهزة بواسطـة أنابيب من البـلاستيك يمتاز هذا الجهاز عن السطول العادية بما يلي :

ـ يمكن التحكم بكمية المحروقات ٠

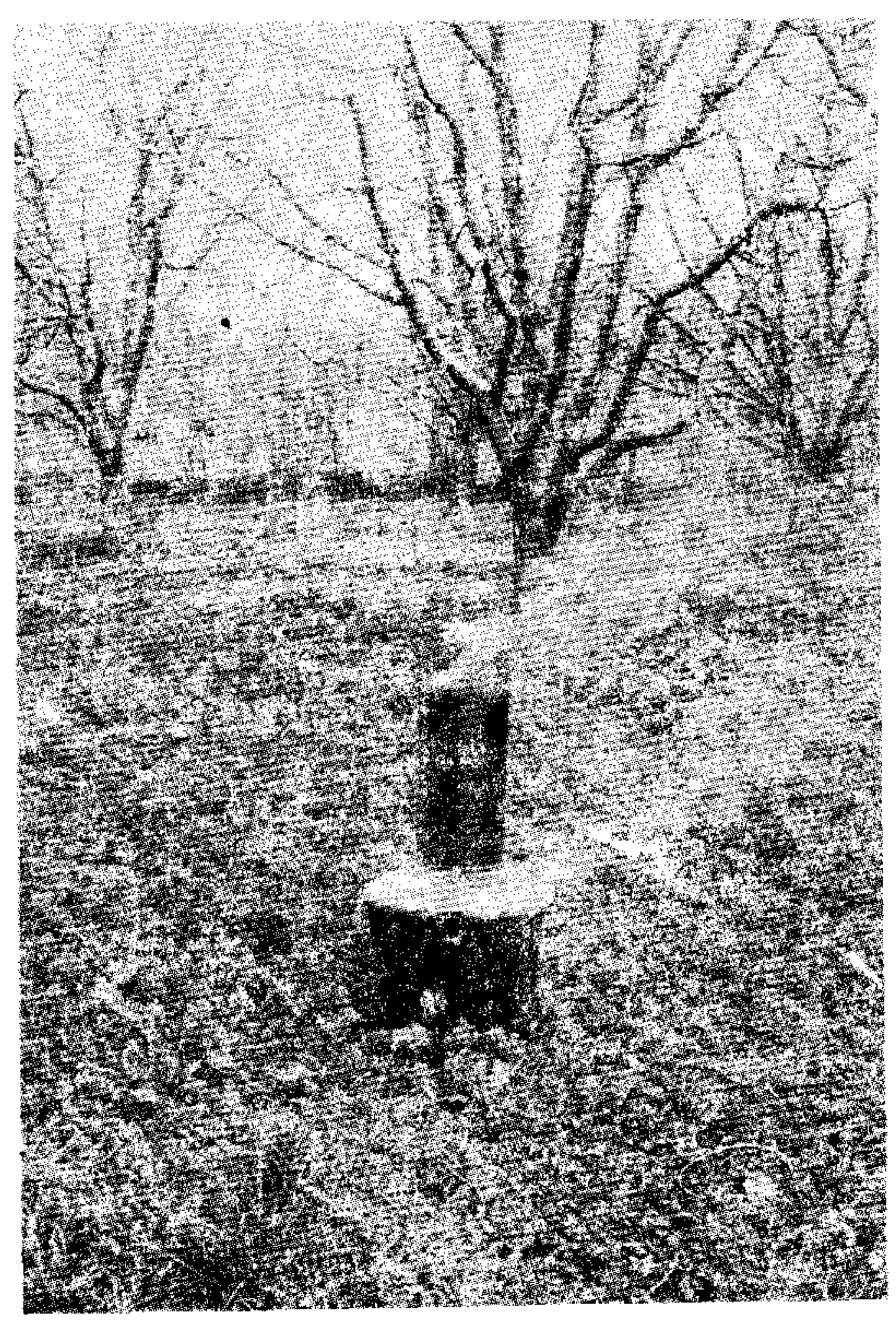
ـ يوفر من كمية القدرة الحرارية اللازمة لمكافحة الصقيع اذ تحصل على بخار الماء الذي يزيد من الرطوبة النسبة للهواء فيقلل من اشعاع الارض وتبرد الطبقة الجوية الدنيا وعند الحصول على كمية من بخار الماء في الطبقة الجوية الدنيا يبدأ البخار الزائد بالتكثف على الاجسام الباردة ومنها الازهار وأعضاء النبات المعرضة للصقيع ويعطيها حرارة التجمد والتي تعادل ٦٠٠ حريرة لكل غرام واحد من بخار الماء ٠

ـ مردود الجهاز أكبر من مردود السطول لان الطاقة الحرارية التي تفقدها الطبقة الجوية الدنيا عن طريق تيارات الحمل أقل من السطول ٠

ـ احتراقه شبه تام وبالتالي فان خطره على البيئة المجاورة أقل من السطول

ـ لاتزيد كلفته من كلفة السطل ٠

ـ يعمل على مبدأ الطرق المختلطة في مقاومـة الصقيع اذ يجمع بـين طريقتي التدفئة واستعمال بخار الماء ٠



شكل (٣) سطل التدفئة البسيط



ضرر الصقيع على البندورة المزروعة في البيوت البلاستيكية

ضرر الصقيع على أشجار الزيتون

الجدوى الفنية والاقتصادية لطرق مقاومة الصقيع :

لمنع الصقيع نحتاج لتعويض ما تفقده التربة والنباتات من الطاقة الحرارية أو التقليل من الطاقة المفقودة بحيث يتم التوازن الحراري للطبقة الجوية الدنيا ولتحقيق هذه الغاية نحتاج في حالات الصقيع المتوسط الى ٧٥٠ مليون حريرة للهكتار في الساعة الواحدة ويمكن الحصول على الطاقة المطلوبة من أي مصدر من مصادر الطاقة علما انه :

١ كغ مازوت يعطي ١٠٣٠٠ كيلو حريرة ٠

٨٦٠ كيلو حريرة تعادل ١ كيلو واط ساعي ٠

١٩ر١ ليتر مازوت يعادل ٩٨ر١١ كيلو واط ساعي ٠

وبالتالي :

ليتر واحد من المازوت يعادل تقريبا ١٠ كيلو واط ساعي أي ٨٦٠ كيلو حريرة يحتاج الهكتار الواحد في الساعة الى :

٧٥ كغ مازوت أو ٨٨ ليتر مازوت أو ٨٨٠ كيلو واط ٠

عند مكافحة الصقيع بالري بالرذاذ يحتاج الهكتار في الساعة ٣ر٨ طن ماء عندما تكون حرارة الماء عشرة درجات مئوية واذا كانت المكافحة ببخار الماء يحتاج الهكتار في الساعة إلى ١٠٠٠ كغ بخار ماء ٠

يمكن حساب الجدوى الاقتصادية لطرق مكافحة الصقيع كما يلي :

$$\text{ك}_1 = \frac{\text{س} + \text{و}_1 + \text{ع}_1}{\text{م}}$$

حيث ك_1 ــ كلفة عملية مقاومة الصقيع في واحدة المساحة في السنة الاولى

س ثمن وسائل المكافحة ٠

و_1 ثمن المحروقات في السنة الاولى ٠

ع_1 أجر العمال ٠

م المساحـــة ٠

تحسب كلفة مقاومة الصقيع لنفس البستان للسنوات التالية كما يلي :

$$\text{ك}_{\text{ن}} = \frac{\text{و}_{\text{ن}} + \text{ع}_{\text{ن}}}{\text{م}}$$

$$\text{ن} = 2, 3, \ldots n$$

وبفرض أن وسائل المكافحة تبقى صالحة للعمل لمدة عشرة سنوات يكون متوسط كلفة عملية المقاومة في واحدة المساحة ٠

$$\text{ك}_{\text{ن}} = \frac{\frac{\text{س}}{10} + \text{و}_{\text{ن}} + \text{ع}_{\text{ن}}}{\text{ح}} \qquad \text{ن} = 1 , 2 , \ldots 10$$

تحسب الجدوى الزراعية لعملية مكافحة الصقيع كما يلي :

$$\text{ج}_{\text{ن}} = \frac{\bar{\text{ن}}_{\text{ن}} \cdot \text{ث}_{81} - \bar{\text{ن}}_{\text{س}} \cdot \text{ث}_{81}}{\text{ح}}$$

حيث $\bar{\text{ن}}_{\text{ن}}$ – متوسط انتاج الحقل في سنوات المكافحة (كغ)

ث_{81} – سعر كيلو غرام واحد من الانتاج حسب اسعار ١٩٨١

$\bar{\text{ن}}_{\text{س}}$ – متوسط الانتاج في السنوات السابقة أي متوسط الانتاج في السنوات التي لم تتخذ فيها اجراءات المقاومة (كغ) ٠

الربح الناتج عن مكافحة الصقيع في السنة الاولى ٠

$$\text{ر}_1 = \text{ج}_1 - \text{ك}_1$$

وفي السنوات الاخرى ٠

$$\text{ر}_{\text{ع}} = \text{ج}_{\text{ع}} - \text{ك}_{\text{ع}}$$

متوسط الربح خلال عشرة سنوات ٠

$$\text{ر}_{\text{ن}} = \text{ج}_{\text{ن}} - \text{ك}_{\text{ن}} \qquad \text{ن} = 1 , 2 , \ldots 10$$

السنة المئوية من الربح الكافية لمقاومة الصقيع في السنة الاولى

$$\text{ل}_1 = \frac{\text{ك}_1 \times 100}{\text{ر}_1}$$

وفي السنوات الاخرى

$$ل_خ = \frac{ك_خ \times ١٠٠}{ر_خ} \qquad خ = ١ ، ٢ ، \ldots ط$$

$$ع_خ = \frac{ث_خ}{ك_ر}$$

الجدوى الاقتصادية لعملية مكافحة الصقيع

تحسب الجدوى الاقتصادية والفنية لطرق مقاومة الصقيع بحيث تختارالطريقة الاقل كلفة والتي تؤدي الغرض كما يمكن استعمال الطرق المختلطة شرط أن تكون كلفتها أقل من كلفة اية طريقة منفردة وبما ان أسعار مصادر الطاقة غير ثابتة كما أن الجدوى الفنية لطرق مكافحة الصقيع تختلف من مكان لآخر حسب الوضع الجوي والظروف الجغرافية والطبوغرافية للمكان فلا بد من حساب الجدوى الاقتصادية والفنية لطرق مكافحة الصقيع عند إتخاذ اجراءات المقاومة .

بعض الإجراءات التي يمكن إتباعها لحماية البيوت المغطاة من أضرار الصقيع:

يكون ضرر الصقيع شديداً على النباتات المزروعة تحت أغطية بلاستيكية لكون هذه النباتات هي بالأصل بحاجة إلى تدفئة وإلى درجات حرارة مرتفعة ليكتمل نموها.

وبسبب الرطوبة العالية عادة ضمن هذه البيوت فإن للصقيع في حال حدوثه أضرار جسيمة قد تقضي على كامل المزروعات داخل البيوت غير المدفأة.

لذا ننصح الأخوة أصحاب البيوت الزراعية المغطاة تأمين أجهزة التدفئة المناسبة لتلك البيوت وجعلها جاهزة للعمل باستمرار كي يمكن تشغيلها عند حدوث الصقيع في أي لحظة.

للحد والتخفيف من أضرار الصقيع على الأشجار المثمرة:

يمكن للاخوة الفلاحين تنفيذ التعليمات الفنية التالية:

١. إزالة الأعشاب من البساتين المزروعة بالأشجار المثمرة.

٢. تغطية سطح التربة تحت مسقط الأشجار بالقش أو النشارة

٣. لف جذوع الأشجار والغراس الحديثة السن بالخيش.

٤. تنظيم ري الأشجار وعدم إعطاء ريات زائدة عن الاحتياج حيث أن ذلك يعطي نموات غضة تتأثر بشكل كبير عند حدوث الصقيع.

٥. إستبدال زراعة الأصناف الحساسة للبرودة وخاصة في الأماكن المعرضة للصقيع.

٦. تأخير تقليم الأشجار في المناطق التي تتعرض للصقيع إلى ما بعد احتمال حدوث الصقيع.

٧. قطع الفروع والأغصان اليابسة من الأشجار التي قد يتضرر مجموعها الخضري جزئياً حيث يتم القطع من منطقة الجفاف للأفرع وبعدها تتم تربية أفرع هيكلية جديدة للشجرة خلال ٣-٤ سنوات لاحقة.

٨. تقوية نمو الأشجار المصابة برش الأسمدة الورقية خلال ٣-٤ سنوات القادمة وإعطاء دفعات متوازنة من الأسمدة العضوية والكيماوية خلال هذه السنوات.

٩. دهن ساق الأشجار والأفرع الهيكلية التي تعرت من الأوراق بمادة الكلس لحمايتها من ضربة الشمس.

المراجــــع

١ ـ طاهر خيلفة : الصقيع وبساتين الاشجار المثمرة ١٩٥٧ ٠

٢ ـ برلاند ٠م١٠ وكراسيكوف : التنبؤ بالصقيع ومقاومته دار نشر الارصاد الجوية لينغراد ١٩٧٢ ٠

٣ ـ مينتستان ٠ ١ ٠ : المناخ الزراعي دار نشر الارصاد الجوية لييننغراد ١٩٧٢ ٠

٤ ـ كولتسبرغ : الخصائص المناخية للصقيع وطرق مقاومته في الاتحاد السوفييتي دار نشر الارصاد الجوية لييننغراد ١٩٦١ ٠

٥ – تقارير مديريتي مكتب الزيتون والحمضيات في وزارة الزراعة السورية.